



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2001260908 A**(43) Date of publication of application: **26.09.01**

(51) Int. Cl.

**B62D 5/04****B62D 6/00****// B62D113:00**(21) Application number: **2000078268**(71) Applicant: **NISSAN MOTOR CO LTD**(22) Date of filing: **21.03.00**(72) Inventor: **TOHATA HIDEO**(54) **STEERING DEVICE FOR VEHICLE**

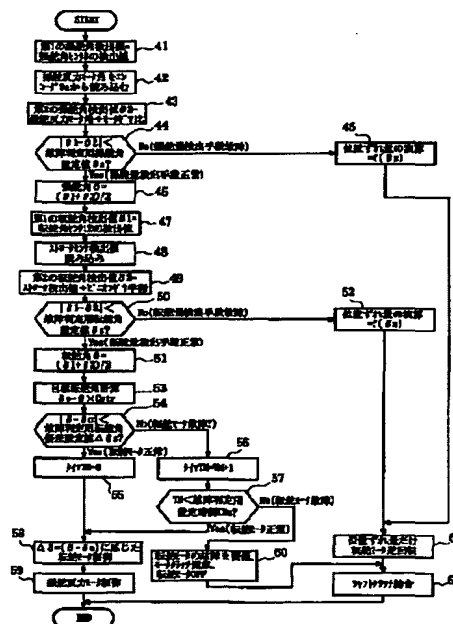
(57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To mechanically link a steering wheel and a wheel for safety so as to correspond the wheel steering position to the steering wheel position, when failure arises.

**SOLUTION:** A steering angle sensor detecting value  $\theta_1$  of the steering wheel is read in a place 41, and a steering angle detecting value  $\theta_2$  is found by dividing a steering reaction force motor angle by a steering reaction force motor gear ratio in places 42, 43. When the difference between  $\theta_1$  and  $\theta_2$  is judged as being less than a failure judging steering angle set value  $\theta_s$  in a place 44, a steering amount detecting value is judged as being normal, and the average of  $\theta_1$  and  $\theta_2$  is set in a steering angle  $\theta$  in a place 45 to use for steering control. When the steering amount detecting value is judged as failure in the place 44, since a wheel turning position is slipped by the  $\theta_s$  from the steering wheel steering position in a place 46, the position slippage amount is found as a function of the set value  $\theta_s$ , a steering wheel turning motor is reversely turned so that the wheel is turned so as to correct the position slippage in a place 61, and a shaft

clutch is put to mechanically link upper and lower steering shafts in a place 62.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO





## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ステアリングホイールによる操舵量を検出する操舵量検出手段と、車輪の実転舵量を検出する転舵量検出手段とを具備、通常はこれら手段により検出された操舵量および転舵量間が所定の関係となるよう車輪を転舵モータにより転舵するが、前記操舵量検出手段、転舵量検出手段または転舵モータの故障時はステアリングホイールおよび車輪間を断接手段により結合して車輪をステアリングホイールにより機械的に転舵するようにした車両の操舵装置において、前記故障時にステアリングホイールおよび車輪間を断接手段により結合するに先立ち、前記車輪を前記転舵モータによりステアリングホイールの操舵位置に対応した位置へ転舵するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、前記操舵量検出手段を 2 個 1 組として設け、これらによる操舵量検出値の平均値をステアリングホイールによる操舵量として操舵制御に用い、これら操舵量検出値間の偏差が設定値になる時に操舵量検出手段が故障したと判定して、該設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、前記操舵量検出手段を 2 個 1 組として設け、これらによる操舵量検出値の一方をステアリングホイールによる操舵量として操舵制御に用い、これら操舵量検出値間の偏差が設定値になる時に操舵量検出手段が故障したと判定し、該故障判定時に前記一方の操舵量検出値に係わる操舵量検出手段が故障したと判定する場合に限り、前記設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項において、前記転舵量検出手段を 2 個 1 組として設け、これらによる転舵量検出値の平均値を車輪の転舵量として操舵制御に用い、これら転舵量検出値間の偏差が設定値になる時に転舵量検出手段が故障したと判定して、該設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 5】 請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項において、前記転舵量検出手段を 2 個 1 組として設け、これらによる転舵量検出値の一方を車輪の転舵量として操舵制御に用い、これら転舵量検出値間の偏差が設定値になる時に転舵量検出手段が故障したと判定し、該故障判定時に前記一方の転舵量検出値に係わる転舵量検出手段が故

障したと判定する場合に限り、前記設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 6】 請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項において、前記ステアリングホイールによる操舵量に応じた目標転舵量と前記車輪の転舵量との間における偏差が設定値以上である状態が設定時間継続した時に前記転舵モータが故障したと判定するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 7】 請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項において、前記転舵モータを 2 個 1 組として設け、前記転舵モータが故障したと判定する時、該故障による車輪転舵量のずれが解消されるよう車輪を正常な方の転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 8】 請求項 7 において、前記転舵モータの故障による車輪転舵量のずれを、前記目標転舵量および車輪転舵量間の偏差に係わる前記設定値に、故障した転舵モータの回転速度および前記設定時間の積算値を加算して求めるよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 9】 請求項 7 または 8 において、前記 2 個 1 組として設ける転舵モータを車輪転舵系に対して並列的に配置すると共に、両転舵モータに車輪転舵系との間を機械的に断接可能なクラッチを設け、故障した転舵モータを OFF すると同時にクラッチの解放により車輪転舵系から切り離すよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 10】 請求項 7 または 8 において、前記 2 個 1 組として設ける転舵モータを車輪転舵系に対して直列的に配置すると共に、車輪からの入力に応動して回転することのない伝動手段により車輪転舵系に駆動結合し、故障した転舵モータを OFF するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

【請求項 11】 請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項において、前記故障を警報するよう構成したことを特徴とする車両の操舵装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、ステアリングホイールによる操舵力を機械的に車輪に伝達するのではなく、ステアリングホイールの操舵量を検出し、これに対し車輪転舵量が所定の関係となるよう車輪をモータにより転舵するようにした、所謂ステア・バイ・ワイヤ式の車両の操舵装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】この種の操舵装置は、ステアリングホイ

10

20

30

40

50

ールによる操舵量を検出する操舵量検出手段や、車輪の実転舵量を検出する転舵量検出手段や、車輪を転舵する転舵モータを含む操舵制御系が故障した時も操舵不能になることのないよう、当該故障時はステアリングホイールおよび車輪間を断接手段により結合して車輪をステアリングホイールにより機械的に転舵し得るようにして安全対策を施すのが常套である。ところで、断接手段によるステアリングホイールおよび車輪間の機械的な結合や切り離しを従来は、例えば特開平 11-1176 号公報に記載されているごとく単に、転舵モータによる車輪の転舵を行う時に断接手段を解放してステアリングホイールおよび車輪間の機械的な結合を解き、転舵モータによる車輪の転舵を行わない時に断接手段を接続してステアリングホイールおよび車輪間を機械的に結合し、これにより操舵不能になることのないようにするという程度のものであった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】これがため従来は、故障の検知時に操舵が無制御にならないよう転舵モータによる車輪の転舵を中止する時、断接手段が接続状態となってステアリングホイールおよび車輪間を機械的に結合するが、当該結合の前に上記の故障で車輪転舵位置がステアリングホイールの操舵位置に対応していない場合、これらステアリングホイール操舵位置および車輪転舵位置が相互に位置ずれしたままの状態ステアリングホイールおよび車輪間の機械的な結合が行われてしまう。

【0004】請求項 1 に記載の第 1 発明は、断接手段が接続状態となってステアリングホイールおよび車輪間を機械的に結合する前に、車輪転舵位置がステアリングホイール操舵位置に対応した位置に修正転舵されるようにすることで上記の問題解決を実現することを目的とするものである。

【0005】請求項 2 に記載の第 2 発明は、操舵量検出手段を 2 個設けて両者の検出値の平均値を操舵制御に用いる場合に有効な操舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することを目的とするものである。

【0006】請求項 3 に記載の第 3 発明は、操舵量検出手段を 2 個設けて一方の検出値を操舵制御に用いる場合に有効な操舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することを目的とするものである。

【0007】請求項 4 に記載の第 4 発明は、転舵量検出手段を 2 個設けて両者の検出値の平均値を操舵制御に用いる場合に有効な転舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することを目的とするものである。

【0008】請求項 5 に記載の第 5 発明は、転舵量検出手段を 2 個設けて一方の検出値を操舵制御に用いる場合に有効な転舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することを目的とするものである。

【0009】請求項 6 に記載の第 6 発明は、転舵モータの有効な故障検知方式を提案することを目的とするものである。

【0010】請求項 7 に記載の第 7 発明は、転舵モータの故障検知時における有効な車輪の修正転舵方式を提案することを目的とするものである。

【0011】請求項 8 に記載の第 8 発明は、転舵モータの故障にともなう車輪転舵位置のずれ量を演算により正確に求めることを目的とするものである。

【0012】請求項 9 に記載の第 9 発明は、故障した転舵モータが車輪の修正転舵に影響を及ぼすことのないようにする 1 方式を提案することを目的とするものである。

【0013】請求項 10 に記載の第 10 発明は、故障した転舵モータが車輪の修正転舵に影響を及ぼすことのないようにする他方式を提案することを目的とするものである。

【0014】請求項 11 に記載の第 11 発明は、故障を運転者に知らせ得るようにすることを目的とするものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】これらの目的のため、先ず第 1 発明による車両の操舵装置は、ステアリングホイールによる操舵量を検出する操舵量検出手段と、車輪の実転舵量を検出する転舵量検出手段とを具え、通常はこれら手段により検出された操舵量および転舵量間が所定の関係となるよう車輪を転舵モータにより転舵するが、前記操舵量検出手段、転舵量検出手段または転舵モータの故障時はステアリングホイールおよび車輪間を断接手段により結合して車輪をステアリングホイールにより機械的に転舵するようにした車両の操舵装置において、前記故障時にステアリングホイールおよび車輪間を断接手段により結合するに先立ち、前記車輪を前記転舵モータによりステアリングホイールの操舵位置に対応した位置へ転舵するよう構成したことを特徴とするものである。車両の操舵装置。

【0016】第 2 発明による車両の操舵装置は、第 1 発明において、前記操舵量検出手段を 2 個 1 組として設け、これらによる操舵量検出値の平均値をステアリングホイールによる操舵量として操舵制御に用い、これら操舵量検出値間の偏差が設定値になる時に操舵量検出手段が故障したと判定して、該設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とするものである。

【0017】第 3 発明による車両の操舵装置は、第 1 発明において、前記操舵量検出手段を 2 個 1 組として設け、これらによる操舵量検出値の一方をステアリングホイールによる操舵量として操舵制御に用い、これら操舵量検出値間の偏差が設定値になる時に操舵量検出手段が

故障したと判定し、該故障判定時に前記一方の操舵量検出値に係わる操舵量検出手段が故障したと判定する場合に限り、前記設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とするものである。

【0018】第4発明による車両の操舵装置は、第1発明乃至第3発明のいずれかにおいて、前記転舵量検出手段を2個1組として設け、これらによる転舵量検出値の平均値を車輪の転舵量として操舵制御に用い、これら転舵量検出値間の偏差が設定値になる時に転舵量検出手段が故障したと判定して、該設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とするものである。

【0019】第5発明による車両の操舵装置は、第1発明乃至第3発明のいずれかにおいて、前記転舵量検出手段を2個1組として設け、これらによる転舵量検出値の一方を車輪の転舵量として操舵制御に用い、これら転舵量検出値間の偏差が設定値になる時に転舵量検出手段が故障したと判定し、該故障判定時に前記一方の転舵量検出値に係わる転舵量検出手段が故障したと判定する場合に限り、前記設定値分の偏差が解消される方向へ前記車輪を前記転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とするものである。

【0020】第6発明による車両の操舵装置は、第1発明乃至第5発明のいずれかにおいて、前記ステアリングホイールによる操舵量に応じた目標転舵量と前記車輪の転舵量との間における偏差が設定値以上である状態が設定時間継続した時に前記転舵モータが故障したと判定するよう構成したことを特徴とするものである。

【0021】第7発明による車両の操舵装置は、第1発明乃至第6発明のいずれかにおいて、前記転舵モータを2個1組として設け、前記転舵モータが故障したと判定する時、該故障による車輪転舵量のずれが解消されるよう車輪を正常な方の転舵モータにより転舵した後、前記断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するよう構成したことを特徴とするものである。

【0022】第8発明による車両の操舵装置は、第7発明において、前記転舵モータの故障による車輪転舵量のずれを、前記目標転舵量および車輪転舵量間の偏差に係わる前記設定値に、故障した転舵モータの回転速度および前記設定時間の積算値を加算して求めるよう構成したことを特徴とするものである。

【0023】第9発明による車両の操舵装置は、第7発明または第8発明において、前記2個1組として設ける転舵モータを車輪転舵系に対して並列的に配置すると共に、両転舵モータに車輪転舵系との間を機械的に断接可能なクラッチを設け、故障した転舵モータをOFFする

と同時にクラッチの解放により車輪転舵系から切り離すよう構成したことを特徴とするものである。

【0024】第10発明による車両の操舵装置は、第7発明または第8発明において、前記2個1組として設ける転舵モータを車輪転舵系に対して直列的に配置すると共に、車輪からの入力に応動して回転することのない伝動手段により車輪転舵系に駆動結合し、故障した転舵モータをOFFするよう構成したことを特徴とするものである。

【0025】第11発明による車両の操舵装置は、第1発明乃至第10発明のいずれかにおいて、前記故障を警報するよう構成したことを特徴とするものである。

【0026】

【発明の効果】第1発明による車両の操舵装置は通常、操舵量検出手段および転舵量検出手段により検出したステアリングホイール操舵量および車輪転舵量間が所定の関係となるよう車輪を転舵モータにより転舵する。しかし、操舵量検出手段、転舵量検出手段または転舵モータが故障すると、ステアリングホイールおよび車輪間を断接手段により結合し、これにより車輪をステアリングホイールにより機械的に転舵可能として、当該故障時に車輪の転舵が無制御になるのを防止する。

【0027】ところで第1発明においては、故障時に上記のごとくステアリングホイールおよび車輪間を断接手段で結合するに先立ち、車輪を転舵モータによりステアリングホイールの操舵位置に対応した位置へ修正転舵するよう構成したため、故障に呼応して断接手段がステアリングホイールおよび車輪間を機械的に結合する前に確実に、車輪転舵位置がステアリングホイールの操舵位置に対応していることとなり、これらステアリングホイール操舵位置および車輪転舵位置が相互に位置ずれしたままの状態ステアリングホイールおよび車輪間の上記機械的な結合が行われてしまう弊害を解消することができる。

【0028】第2発明においては、2個1組として設けた操舵量検出手段による操舵量検出値の平均値をステアリングホイールによる操舵量として操舵制御に用い、これら操舵量検出値間の偏差が設定値になる時に操舵量検出手段が故障したと判定して、該設定値分の偏差が解消される方向へ車輪を転舵モータにより修正転舵した後、断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するため、操舵量検出手段を2個設けて両者の検出値の平均値を操舵制御に用いる場合に有効な操舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することができる。

【0029】第3発明においては、2個1組として設けた操舵量検出手段による操舵量検出値の一方をステアリングホイールによる操舵量として操舵制御に用い、これら操舵量検出値間の偏差が設定値になる時に操舵量検出手段が故障したと判定し、該故障判定時に上記一方の操

10

20

30

40

50

舵量検出値に係わる操舵量検出手段が故障したと判定する場合に限り、前記設定値分の偏差が解消される方向へ車輪を転舵モータにより修正転舵した後、断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するため、操舵量検出手段を2個設けて一方の検出値を操舵制御に用いる場合に有効な操舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することができる。

【0030】第4発明においては、2個1組として設けた転舵量検出手段による転舵量検出値の平均値を車輪の転舵量として操舵制御に用い、これら転舵量検出値間の偏差が設定値になる時に転舵量検出手段が故障したと判定して、該設定値分の偏差が解消される方向へ車輪を転舵モータにより修正転舵した後、断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するため、転舵量検出手段を2個設けて両者の検出値の平均値を操舵制御に用いる場合に有効な転舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することができる。

【0031】第5発明においては、2個1組として設けた転舵量検出手段による転舵量検出値の一方を車輪の転舵量として操舵制御に用い、これら転舵量検出値間の偏差が設定値になる時に転舵量検出手段が故障したと判定し、該故障判定時に上記一方の転舵量検出値に係わる転舵量検出手段が故障したと判定する場合に限り、前記設定値分の偏差が解消される方向へ車輪を転舵モータにより修正転舵した後、断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するため、転舵量検出手段を2個設けて一方の検出値を操舵制御に用いる場合に有効な転舵量検出手段の故障検知方式および車輪の修正転舵方式を提案することができる。

【0032】第6発明においては、ステアリングホイールの操舵量に応じた目標転舵量と車輪の転舵量との間における偏差が設定値以上である状態が設定時間継続した時に転舵モータが故障したと判定するため、転舵モータの故障を簡単、且つ、確実に検知することができる。

【0033】第7発明においては、転舵モータを2個1組として設け、上記のとおり転舵モータが故障したと判定する時、該故障による車輪転舵量のずれが解消されるよう車輪を正常な方の転舵モータにより修正転舵した後、断接手段によりステアリングホイールおよび車輪間を結合するため、転舵モータの故障検知時における有効な車輪の修正転舵方式を提案することができる。

【0034】第8発明においては、転舵モータの故障による車輪転舵量のずれを、前記目標転舵量および車輪転舵量間の偏差に係わる前記設定値に、故障した転舵モータの回転速度および前記設定時間の積算値を加算して求めるため、転舵モータの故障にともなう車輪転舵位置のずれ量を演算により正確に求めることができる。

【0035】第9発明においては、2個1組として設ける転舵モータを車輪転舵系に対して並列的に配置すると共に、両転舵モータに車輪転舵系との間を機械的に断接

可能なクラッチを設け、故障した転舵モータをOFFすると同時にクラッチの解放により車輪転舵系から切り離すため、故障した転舵モータが車輪の修正転舵に影響を及ぼすことのないようにすることができる。

【0036】第10発明においては、2個1組として設ける転舵モータを車輪転舵系に対して直列的に配置すると共に、車輪からの入力に応動して回転することのない伝動手段により車輪転舵系に駆動結合し、故障した転舵モータをOFFするため、第9発明のようなクラッチを設けることなしに、故障した転舵モータが車輪の修正転舵に影響を及ぼすことのないようにすることができる。

【0037】第11発明においては、前記の故障を警報するようにしたため、この故障を運転者に知らせることができる。

【0038】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づき詳細に説明する。図1は、本発明の一実施の形態になる車両の操舵装置を示し、1はステアリングシャフト1で、これを上部ステアリングシャフト1aと下部ステアリングシャフト1bとで構成する。上部ステアリングシャフト1aの上端にはステアリングホイール2を結合し、下端を下部ステアリングシャフト1bの上端に同軸に突き合わせて両者間を断接手段としてのシャフトクラッチ3により適宜結合可能とする。

【0039】下部ステアリングシャフト1bの下端にはピニオン4を一体回転するよう設け、これにラック5を噛合させてラック・アンド・ピニオン型式のステアリングギヤを構成する。ラック5の両端には車輪6のタイロッド7を連結して、ピニオン4の回転によりラック5が長手方向へストロークする時、車輪6がタイロッド7を介して転舵されるようにする。

【0040】上部ステアリングシャフト1aには更に、ステアリングホイール2の操舵角を検出する操舵量検出手段としての操舵角センサ8を設けるとともに、ステアリングホイール2に操舵反力を与えて操舵に際して所定の操舵力が必要になるようにするための操舵反力モータ9を結合する。この操舵反力モータ9は、その回転角度（ステアリングシャフト1aの回転位置）を検出するエンコーダ9aを有し、このエンコーダ9aを、操舵角センサ8と同様に操舵量検出手段として機能させる。上部ステアリングシャフト1aには更に、ステアリングホイール2の操舵トルクを検出するトルクセンサ10を設け、該センサ10で検出した操舵トルクが目標のものとなるよう操舵反力モータ9を制御するようになる。

【0041】下部ステアリングシャフト1bには更に、これを回転させて車輪6を転舵するための転舵モータ11を駆動結合して設けるとともに、転舵量検出手段としての転舵角センサ12を設け、転舵モータ11には下部ステアリングシャフト1bとの駆動結合を適宜解き得るモータクラッチ11aを内蔵させる。また、ピニオン4

およびラック5により構成したラック・アンド・ピニオン型式ステアリングギヤには、ラック5のストローク量を検出するストロークセンサ13を設け、これを転舵角センサ12と同様に転舵量検出手段として機能させる。

【0042】シャフトクラッチ3は図2に明示する構成とし、上部ステアリングシャフト1aの下端に回転結合したクラッチ板21と、下部ステアリングシャフト1bの上端に回転結合したクラッチ板22とを対向配置してクラッチケース23内に収納する。クラッチ板22は下部ステアリングシャフト1bと共に回転するが、軸線方向に変位不能とし、クラッチ板21は上部ステアリングシャフト1aと共に回転するほか、軸線方向に変位可能とする。クラッチ板21をバネ24によりクラッチ板22に圧接して、通常はシャフトクラッチ3を接続状態に維持するものとする。クラッチ板21上に磁石25を載置し、この磁石25を巻回するようクラッチケース23内に設けたコイル26の通電時に、磁石25がクラッチ板21を伴ってバネ24に抗し図2の上方へ変位することで、クラッチ板21がクラッチ板22から離れてシャフトクラッチ3を解放状態に切り換えるものとする。

【0043】図3は、上記した操舵装置の制御システムを機能別ブロック線図により示すもので、操舵量検出手段故障検知部31と、転舵量検出手段故障検知部32と、目標転舵角演算部33と、転舵モータ故障検知部34と、モータ出力演算部35と、転舵位置ずれ解消部36とにより構成する。操舵量検出手段故障検知部31は、操舵角センサ8が検出した第1の操舵角検出値 $\theta_1$ と、操舵反力モータ9内のエンコーダ9aが検出した操舵反力モータ角から求め得る第2の操舵角検出値 $\theta_2$ とを入力され、これら操舵角検出値 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 間の乖離が故障判定用操舵角設定値未満の時、操舵量検出手段8、9aが正常であるとして操舵角検出値 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ の平均値をステアリングホイール操舵角 $\theta$ とし、目標転舵角演算部33に供給する。操舵量検出手段故障検知部31は、操舵角検出値 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ 間の乖離が故障判定用操舵角設定値以上の時、操舵量検出手段8、9aが故障であるとして故障信号を転舵位置ずれ解消部36に入力する。

【0044】転舵量検出手段故障検知部32は、転舵角センサ12が検出した第1の転舵角検出値 $\delta_1$ と、ストロークセンサ13が検出したラック5のストロークから求め得る第2の転舵角検出値 $\delta_2$ とを入力され、これら転舵角検出値 $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 間の乖離が故障判定用転舵角設定値未満の時、転舵量検出手段が正常であるとして転舵角検出値 $\delta_1$ 、 $\delta_2$ の平均値を車輪転舵角 $\delta$ とし、転舵モータ故障検知部34に供給する。転舵量検出手段故障検知部32は、転舵角検出値 $\delta_1$ 、 $\delta_2$ 間の乖離が故障判定用転舵角設定値以上の時、転舵量検出手段が故障であるとして故障信号を転舵位置ずれ解消部36に入力する。

【0045】目標転舵角演算部33は、ステアリングホイール操舵角 $\theta$ の他に車速VSPを入力され、ステアリングホイール操舵角 $\theta$ と、車速VSPに応じて異なるステアリングギヤ比との乗算により目標転舵角 $\delta_0$ を求め、これを転舵モータ故障検知部34に入力する。転舵モータ故障検知部34は、転舵量検出手段の正常時に転舵量検出手段故障検知部32から出力される車輪転舵角 $\delta$ と上記目標転舵角 $\delta_0$ との間の乖離が故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta\delta_s$ 未満の時、また乖離がこれ以上であっても短時間に収束する時は転舵モータ11が正常であるとして車輪転舵角 $\delta$ と目標転舵角 $\delta_0$ との間の転舵角偏差 $\Delta\delta$ をモータ出力演算部35に供給する。転舵モータ故障検知部34は、車輪転舵角 $\delta$ と目標転舵角 $\delta_0$ との乖離が設定時間に亘って故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta\delta_s$ 以上である時、転舵モータ11が故障であるとして故障信号を転舵位置ずれ解消部36に入力する。

【0046】モータ出力演算部35は、車輪転舵角 $\delta$ と目標転舵角 $\delta_0$ との転舵角偏差 $\Delta\delta$ がなくなるよう転舵モータ11を駆動して、車輪を目標転舵角 $\delta_0$ に追従するよう転舵する。よって転舵モータ11は、操舵角 $\theta$ と転舵角 $\delta$ との間が所定の関係となるよう車輪を転舵することができる。なお、操舵角 $\theta$ と転舵角 $\delta$ との間の所定の関係は、目標転舵角 $\delta_0$ を求める時のステアリングギヤ比として前記したごとく車速VSPに応じて決めるだけでなく、車両に作用するヨーレートや、横加速度などの車両横運動に応じて定めるようにすれば、一層きめ細かい操舵制御が可能である。

【0047】転舵位置ずれ解消部36は、操舵量検出手段故障検知部31から操舵量検出手段8、9aの故障信号を受けた時、車輪転舵位置が当該故障判定用の前記した操舵角設定値分だけステアリングホイール操舵位置からずれていることから、このずれを解消するよう車輪を修正転舵すべく転舵モータ11を逆回転させた後、シャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a、1b間を機械的に連結させる。また転舵位置ずれ解消部36は、転舵量検出手段故障検知部32から転舵角検出手段の故障信号を受けた時、車輪転舵位置が当該故障判定用の前記した転舵角設定値分だけステアリングホイール操舵位置からずれていることから、このずれを解消するよう車輪を修正転舵すべく転舵モータ11を逆回転させた後、シャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a、1b間を機械的に連結させる。更に転舵位置ずれ解消部36は、転舵モータ故障検知部34から転舵モータ11の故障信号を受けた時、転舵モータ11をOFFすると同時にモータクラッチ11aを解放し、更にシャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a、1b間を機械的に連結させる。

【0048】図3の制御をマイクロコンピュータで行わせる場合、その制御プログラムは図4のごときものとなる。図4におけるステップ41～45が図3における操

10

20

30

40

50

舵量検出手段故障検知部31に相当し、ステップ47～51が舵量検出手段故障検知部32に相当し、ステップ53が目標舵角演算部33に相当し、ステップ54～57が舵モータ故障検知部34に相当し、ステップ58がモータ出力演算部35に相当し、ステップ46, 52, 60～62が舵位置ずれ解消部36に相当する。

【0049】ステップ41においては、操舵角センサ8の検出値を第1の操舵角検出値 $\theta_1$ とし、ステップ42において操舵反力モータ9内のエンコーダ9aが検出した操舵反力モータ角を読み込み、ステップ43において、操舵反力モータ角を操舵反力モータ9のモータギヤ比で除算して得られる値を第2の操舵角検出値 $\theta_2$ とする。ステップ44では、これら操舵角検出値 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 間の差の絶対値が故障判定用操舵角設定値 $\theta_s$ 未満か否かをチェックし、未満である時、舵量検出手段8, 9aが正常であるとし、ステップ45において操舵角検出値 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ の平均値をステアリングホイール操舵角 $\theta$ に設定し、これを操舵制御に用いることとする。ステップ44で操舵角検出値 $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 間の差の絶対値が故障判定用操舵角設定値 $\theta_s$ になったと判定する時、舵量検出手段8, 9aが故障であるとして故障信号を発し、ステップ46において、車輪舵位置が故障判定用操舵角設定値 $\theta_s$ 分だけステアリングホイール操舵位置からずれていることから、当該位置ずれ量を設定値 $\theta_s$ の関数として求める。

【0050】ステップ47では、舵角センサ12の検出値を第1の舵角検出値 $\delta_1$ とし、ステップ48でストロークセンサ13が検出したラック5のストロークを読み込み、ステップ49では、当該ストローク検出値をピニオン4のギヤ半径により除算して得られる値を第2の舵角検出値 $\delta_2$ とする。ステップ50では、これら舵角検出値 $\delta_1$ ,  $\delta_2$ 間の差の絶対値が故障判定用舵角設定値 $\delta_s$ 未満であるか否かを判定し、未満であると判定する時、舵角検出手段が正常であるとしてステアリングスイッチ51で舵角検出値 $\delta_1$ ,  $\delta_2$ の平均値を車輪舵角 $\delta$ とする。ステップ50で舵角検出値 $\delta_1$ ,  $\delta_2$ 間の差の絶対値が故障判定用舵角設定値 $\delta_s$ 以上であると判定する時、舵角検出手段が故障であるとして故障信号を発し、ステップ52において、車輪舵位置が故障判定用舵角設定値 $\delta_s$ 分だけステアリングホイール操舵位置からずれていることから、当該位置ずれ量を設定値 $\delta_s$ の関数として求める。

【0051】ステップ53では、ステップ45で求めたステアリングホイール操舵角 $\theta$ と、車速VSPや車両ヨーレートや車両横加速度に応じたステアリングギヤ比Gstrとの乗算により目標舵角 $\delta_0$ を求める。ステップ54では、ステップ51, 53で求めた車輪舵角 $\delta$ と目標舵角 $\delta_0$ との間の差の絶対値が故障判定用舵角偏差設定値 $\Delta\delta_s$ 未満であるか否かにより舵モータ

11が正常であるか否かをチェックし、未満（正常）であればステップ55においてタイマTMを繰り返しリセットした後、ステップ58において、車輪舵角 $\delta$ と目標舵角 $\delta_0$ との舵角偏差 $\Delta\delta$ がなくなるよう舵モータ11を駆動して、車輪を目標舵角 $\delta_0$ に追従するよう舵する。更にステップ59で、ステアリングホイール2への操舵反力が所定値になるよう操舵反力モータ9を制御する。

【0052】ステップ54で車輪舵角 $\delta$ と目標舵角 $\delta_0$ との間の差の絶対値が故障判定用舵角偏差設定値 $\Delta\delta_s$ 以上であると判定する間は、ステップ56において前記のタイマTMを歩進させ、車輪舵角 $\delta$ と目標舵角 $\delta_0$ との間の差の絶対値が故障判定用舵角偏差設定値 $\Delta\delta_s$ 以上である状態になっている時間をタイマTMにより計測する。この時間TMが故障判定用設定時間TM<sub>s</sub>になる前は、操舵制御の過渡時における応答遅れに起因した誤判定防止のため未だ舵モータ11が故障であると判定せず、制御をステップ58, 59に進めるが、時間TMが故障判定用設定時間TM<sub>s</sub>になった時に、つまり車輪舵角 $\delta$ と目標舵角 $\delta_0$ との間の差の絶対値が故障判定用舵角偏差設定値 $\Delta\delta_s$ 以上である状態が設定時間TM<sub>s</sub>に亘って継続した時に、舵モータ11が故障したとしてステップ60で当該故障を警報するとともに、舵モータ11をモータクラッチ11aの解放により上部ステアリングシャフトaから切り離し、更に舵モータ11をOFFする。そしてステップ62で、シャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a, 1b間を機械的に連結させる。

【0053】ステップ44で舵量検出手段が故障したと判定し、ステップ46で車輪舵位置の位置ずれ量 $f$  ( $\theta_s$ )を求めた時は、ステップ61において当該位置ずれを解消するよう車輪を修正舵すべく舵モータ11を逆回転させた後、ステップ62でシャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a, 1b間を機械的に連結させる。ステップ50で舵量検出手段が故障したと判定し、ステップ52で車輪舵位置の位置ずれ量 $f$  ( $\delta_s$ )を求めた時も、ステップ61において当該位置ずれを解消するよう車輪を修正舵すべく舵モータ11を逆回転させた後、ステップ62でシャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a, 1b間を機械的に連結させる。

【0054】以上のような本実施の形態になる操舵制御によれば、舵量検出手段8, 9a、舵角検出手段12, 13または舵モータ11が故障すると、ステアリングホイール2および車輪6間をシャフトクラッチ3により結合し（ステップ62）、これにより車輪をステアリングホイールにより機械的に舵可能として、当該故障時に車輪の舵が無制御になるのを防止することができる。そして舵量検出手段8, 9aまたは舵角検出手段12, 13が故障した時、上記のごとくステアリン

10

20

30

40

50



グホイール2および車輪6間をシャフトクラッチ3で結合するに先立ち、車輪6を転舵モータ11によりステアリングホイール2の操舵位置に対応した位置へ修正転舵するため、故障時に車輪の転舵が無制御になるのを防止するためシャフトクラッチ3でステアリングホイール2および車輪6間を機械的に結合する前に確実に、車輪転舵位置がステアリングホイールの操舵位置に対応していることとなり、これらステアリングホイール操舵位置および車輪転舵位置が相互に位置ずれしたままの状態で行われてしまう弊害を解消することができる。

【0055】なお、ステップ44における故障判定用操舵角設定値 $\theta s$ について付言するに、操舵量検出手段8、9aは機械的に一体の箇所における回転を読み取るため、両者による操舵角検出値 $\theta 1$ および $\theta 2$ は理論上一致する筈である。しかし実際には、操舵量検出手段8、9aの機械的なガタの発生状況の違いや、検出誤差の違いなどがあって、操舵角検出値 $\theta 1$ および $\theta 2$ は一致しない。従って、この不一致を操舵量検出手段8、9aの故障と誤判定することのないよう、かといって図5の瞬時 $t 1$ におけるように故障が発生した場合は、遅滞なく瞬時 $t 2$ において故障を検知し得るよう故障判定用操舵角設定値 $\theta s$ は定める。

【0056】ステップ50における故障判定用転舵角設定値 $\delta s$ についても同様に、転舵量検出手段12、13の機械的なガタの発生状況の違いや、検出誤差の違いなどに起因する転舵角検出値 $\delta 1$ および $\delta 2$ の不一致を転舵量検出手段12、13の故障と誤判定することのないよう、かといって図6の瞬時 $t 1$ におけるように故障が発生した場合は、遅滞なく瞬時 $t 2$ において故障を検知し得るよう故障判定用転舵角設定値 $\delta s$ を定める。

【0057】次に、ステップ54における故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta \delta s$ およびステップ57における故障判定用設定時間 $TMs$ について考察する。通常はシャフトクラッチ3が解放されているため、ステアリングホイール操舵角 $\theta$ と車輪転舵角 $\delta$ とは機械的な相関関係を持たず、この車輪転舵角 $\delta$ と、ステアリングホイール操舵角 $\theta$ により決定される目標転舵角 $\delta 0$ とは、転舵モータ11が正常である図7の瞬時 $t 1$ より前においても応答遅れのため図示のような差を生ずる。従ってステップ54における故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta \delta s$ は、この差の最大値程度に定める。かように故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta \delta s$ を定めた場合、転舵モータ11が正常であっても図7の瞬時 $t 1$ より前における $T 1$ 、 $T 2$ 期間におけるごとく車輪転舵角 $\delta$ と目標転舵角 $\delta 0$ との差の絶対値が一時的に故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta \delta s$ を超えることがある。しかし転舵モータ11が正常である場合、車輪転舵角 $\delta$ が目標転舵角 $\delta 0$ に追従するため、上記の差の絶対値が故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta \delta s$ を超えている時間は短時間であることから、この時間よ

りも短くない範囲でできるだけ短い例えば図7に $T 3$ で示す長さにステップ57における故障判定用設定時間 $TMs$ を決定する。かかる故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta \delta s$ および故障判定用設定時間 $TMs$ によれば、図7の $T 1$ 、 $T 2$ 期間に転舵モータ11の故障を誤判定するのを防止しつつ、瞬時 $t 1$ の故障発生時は遅滞なく瞬時 $t 2$ において確実に転舵モータ11の故障を検知することができる。

【0058】図8は本発明の他の実施の形態を示し、本実施の形態においては図4のステップ45、51に代わるステップ45'、51'に示すように、操舵角センサ8の検出値である第1の操舵角検出値 $\theta 1$ をステアリングホイール操舵角 $\theta$ とし、転舵角センサ12の検出値である第1の転舵角検出値 $\delta 1$ を車輪転舵角 $\delta$ とし、これらを操舵制御に供する。そしてステップ44で、第1の操舵角検出値 $\theta 1$ と、エンコーダ9aの操舵反力モータ角検出値から算出した第2の操舵角検出値 $\theta 2$ との間の差の絶対値が故障判定用操舵角設定値 $\theta s$ になったと判定する操舵量検出手段8、9aの故障時は、追加のステップ63において第1の操舵角検出値 $\theta 1$ が異常か(操舵角センサ8の故障か)否かをチェックし、そうである場合のみステップ46、61を実行して車輪の前記修正操舵を行うこととし、ステップ63において第1の操舵角検出値 $\theta 1$ でなく第2の操舵角検出値 $\theta 2$ が異常(エンコーダ9aが故障)と判定する場合は、これを操舵制御に用いていないため車輪転舵位置のずれを生じないから、車輪の修正操舵を行わずにステップ62でシャフトクラッチ3を結合することとする。

【0059】ステップ50で、第1の転舵角検出値 $\delta 1$ と、ストロークセンサ13のラックストローク検出値から算出した第2の転舵角検出値 $\delta 2$ との間の差の絶対値が故障判定用転舵角設定値 $\delta s$ になったと判定する転舵量検出手段12、13の故障時は、追加のステップ64において第1の転舵角検出値 $\delta 1$ が異常か(転舵角センサ12の故障か)否かをチェックし、そうである場合のみステップ52、61を実行して車輪の前記修正操舵を行うこととし、ステップ64において第1の転舵角検出値 $\delta 1$ でなく第2の転舵角検出値 $\delta 2$ が異常(ストロークセンサ13が故障)と判定する場合は、これを操舵制御に用いていないため車輪転舵位置のずれを生じないから、車輪の修正操舵を行わずにステップ62でシャフトクラッチ3を結合することとする。

【0060】なお図8とは逆に、エンコーダ9aの操舵反力モータ角検出値から算出した第2の操舵角検出値 $\theta 2$ をステアリングホイール操舵角 $\theta$ とし、ストロークセンサ13のラックストローク検出値から算出した第2の転舵角検出値 $\delta 2$ を車輪転舵角 $\delta$ として、これらを操舵制御に供し、操舵角センサ8の検出値である第1の操舵角検出値 $\theta 1$ を操舵量検出手段8、9aの故障判定に用い、転舵角センサ12の検出値である第1の転舵角検出

値 $\delta 1$ を転舵量検出手段12、13の故障判定に用いる場合も、同様の考え方を適用して所期の目的を達成し得ることは言うまでもない。

【0061】図9および図10は本発明の更に他の実施の形態を示し、本実施の形態においては図9に示すように、図1における転舵モータ11のモータクラッチ11aと同様なモータクラッチ14aを内蔵した転舵モータ14を新設し、この転舵モータ14を転舵モータ11に

対し並列的に配置して下部ステアリングシャフト1bに駆動結合する。この場合、転舵モータ14が下部ステアリングシャフト1bに与える回転量を転舵モータ11が下部ステアリングシャフト1bに与える回転量に同じとし、これら転舵モータ11、14の回転力の和が下部ステアリングシャフト1bに入力される。

【0062】本実施の形態における操舵制御は図10に示すごときものとし、図4におけるステップ60の制御内容をステップ60'のように変更するとともに、これからの制御の行き先をステップ62からステップ61に変更し、ステップ60'の前段にステップ65を追加する。ステップ57で転舵モータ11または14が故障と判定した時に選択されるステップ65では、当該故障に伴う車輪操舵位置のずれ量を故障判定用転舵角偏差設定値 $\Delta\delta s$ と、転舵モータ回転速度および故障判定用設定時間 $TMs$ の積算値との和により求める。

【0063】次いでステップ60'において、転舵モータ11または14のうち故障したモータをOFFするとともに、当該故障したモータのクラッチ11aまたは14aを解放して故障したモータが正常なモータの作動を妨げることをないようにする。その後制御をステップ61に進め、ここでステップ65における位置ずれ量を解消するよう車輪を修正操舵すべく転舵モータ14または11（正常なモータ）を逆回転させた後、ステップ62でシャフトクラッチ3を結合して上下ステアリングシャフト1a、1b間を機械的に連結させる。本実施の形態においては、転舵モータ11、14を2個1組として設けたことで、図10の制御により正常な転舵モータを用いて転舵モータの故障に伴う車輪転舵位置の位置ずれを解消した後上下ステアリングシャフト1a、1b間をシャフトクラッチ3で機械的に連結させることができる。

【0064】なお図10の場合においても、ステップ45、51を図8につき前述したステップ45'、51'に変換し、また図8につき前述したステップ63、64を追加して図11に示す制御にすることで、操舵角センサ8の検出値である第1の操舵角検出値 $\theta 1$ をステアリングホイール操舵角 $\theta$ として操舵制御に供し、転舵角センサ12の検出値である第1の転舵角検出値 $\delta 1$ を車輪転舵角 $\delta$ として操舵制御に供し、これら第1の操舵角検出値 $\theta 1$ や第1の転舵角検出値 $\delta 1$ が異常をきたした場合に車輪の前記修正操舵を行うようにすることができ

る。

【0065】図12および図13は本発明の更に別の実施の形態を示し、本実施の形態においては図12に示すように、転舵モータ15、16を2個1組として設けるが、これらは何れも図9に示すモータクラッチ11a、14aのようなモータクラッチを内蔵しないものとし、また下部ステアリングシャフト1bに係わる操舵系に関し以下の如くにして直列的に配置する。転舵モータ15を下部ステアリングシャフト1bに駆動結合するが、この駆動結合は下部ステアリングシャフト1bから転舵モータ15への外力で転舵モータ15が回転されることのないウォームギヤ等の非可逆伝動手段15aを介して行う。転舵モータ16は、下部ステアリングシャフト1b上のピニオン17によりストロークされるラック18上に取着し、転舵モータ16の出力軸を前記のラック5に駆動結合するが、この駆動結合はラック5から転舵モータ16への外力で転舵モータ16が回転されることのないウォームギヤ等の非可逆伝動手段16aを介して行う。この場合、転舵モータ15の回転でラック18がストロークし、ラック18と共にストロークする転舵モータ16の回転でラック5がストロークされる。従って転舵モータ15、16の回転量の和値がラック5のストローク量となり、転舵モータ15、16が発生する力は共に等しく、またラック5に作用する力に同じとなる。

【0066】本実施の形態における操舵制御は図13に示すごときものとし、図10におけるステップ60'を省略することができる。つまり故障した転舵モータ15または16の制御が全く不要で、ステップ65により演算した位置ずれ量だけ正常な転舵モータ16または15をステップ61で逆回転させるだけで、転舵モータの故障に伴う車輪操舵位置のずれを修正した後に、ステップ62においてシャフトクラッチ3を結合させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施の形態になる車両の操舵装置を示す略線図である。

【図2】 同実施の形態におけるシャフトクラッチの詳細断面図である。

【図3】 同実施の形態における操舵装置の操舵制御を示す機能別ブロック線図である。

【図4】 同操舵制御をマイクロコンピュータで実行する場合の制御プログラムを示すフローチャートである。

【図5】 操舵角センサが故障した場合におけるその検出値の変化タイムチャートである。

【図6】 転舵角センサが故障した場合におけるその検出値の変化タイムチャートである。

【図7】 転舵モータが故障した場合における車輪転舵角を目標転舵角と比較して示すタイムチャートである。

【図8】 本発明の他の実施の形態を示す操舵制御プログラムの図4と同様なフローチャートである。

18

＊ 10 トルクセンサ

## 11 転舵モ一夕

## 11a モータクラッチ

## 12 転舵角センサ（転舵量検出手段）

### 13 ストロークセンサ（転舵量検出手段）

14 転舵モ一夕

- 14a モータクラッチ

- ## 15 轉舵モータ

- ### 15a 非可逆伝動手段

- 10 16a 非可逆伝動

- ## 16 転舵モ一夕

- ## 17 ビニオン

- 18 ラック

- ## 21 クラッチ板

- ## 22 クラッチ板

- 24 バネ

- ## 25 磁石

- 26 コイル

- ### 31 操舵量検出手段故障検知部

- 20 32 転舵量検出手段故障検知部

- ### 33 目標轉舵角演算部

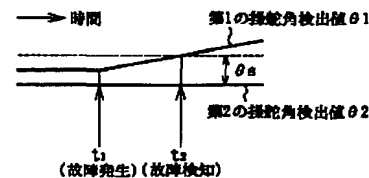
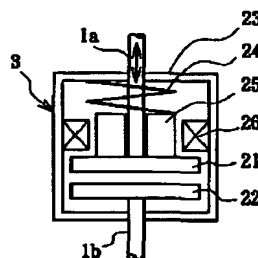
- ### 34 転舵モータ故障検知部

- ### 35 モータ出力演算部

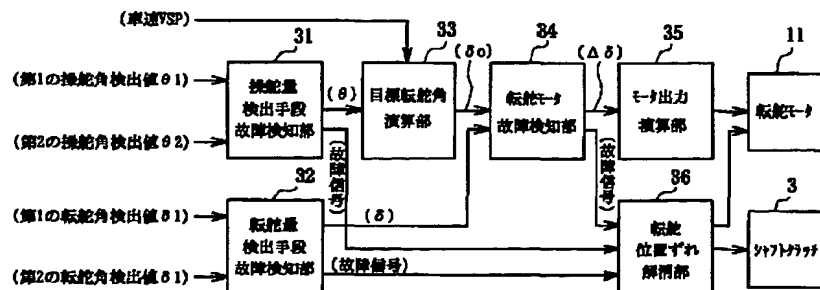
- ### 36 転舵位置ずれ解消部

\*

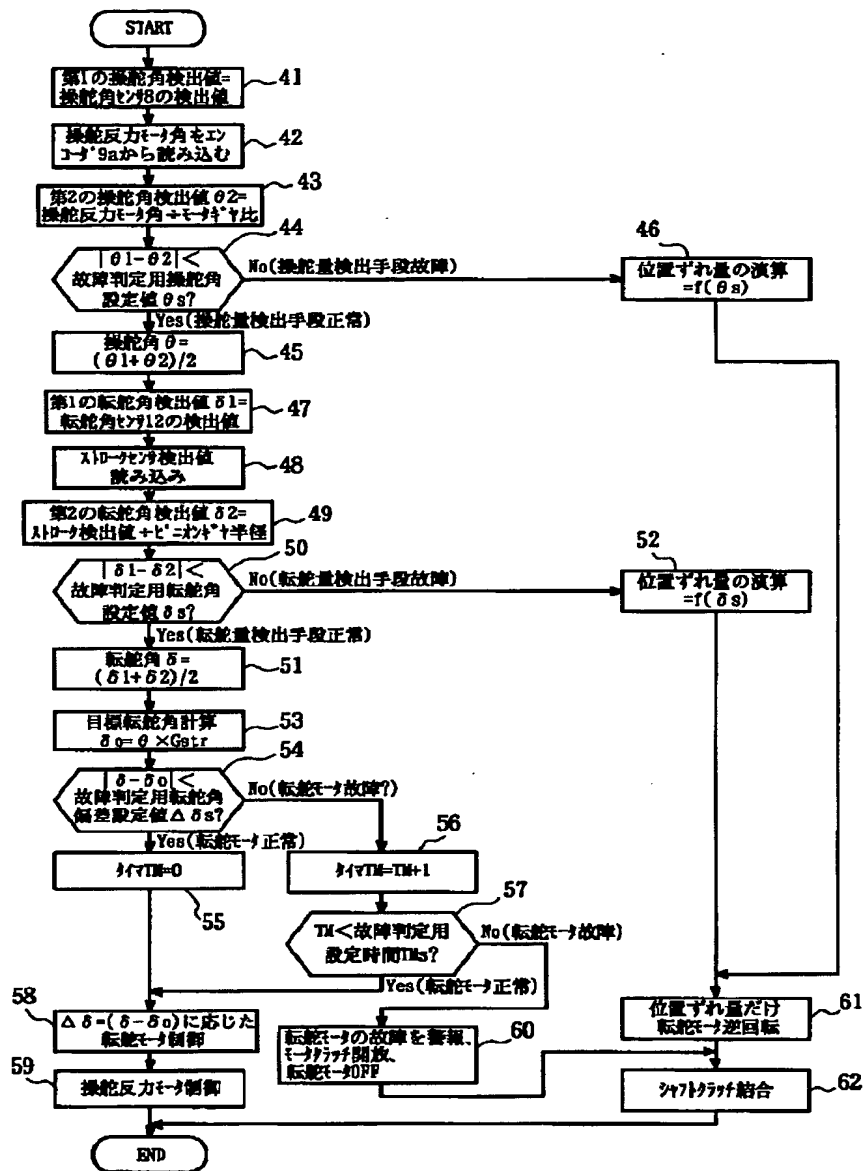
【図5】



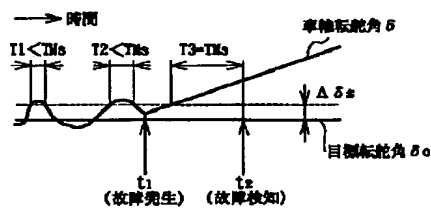
【圖3】



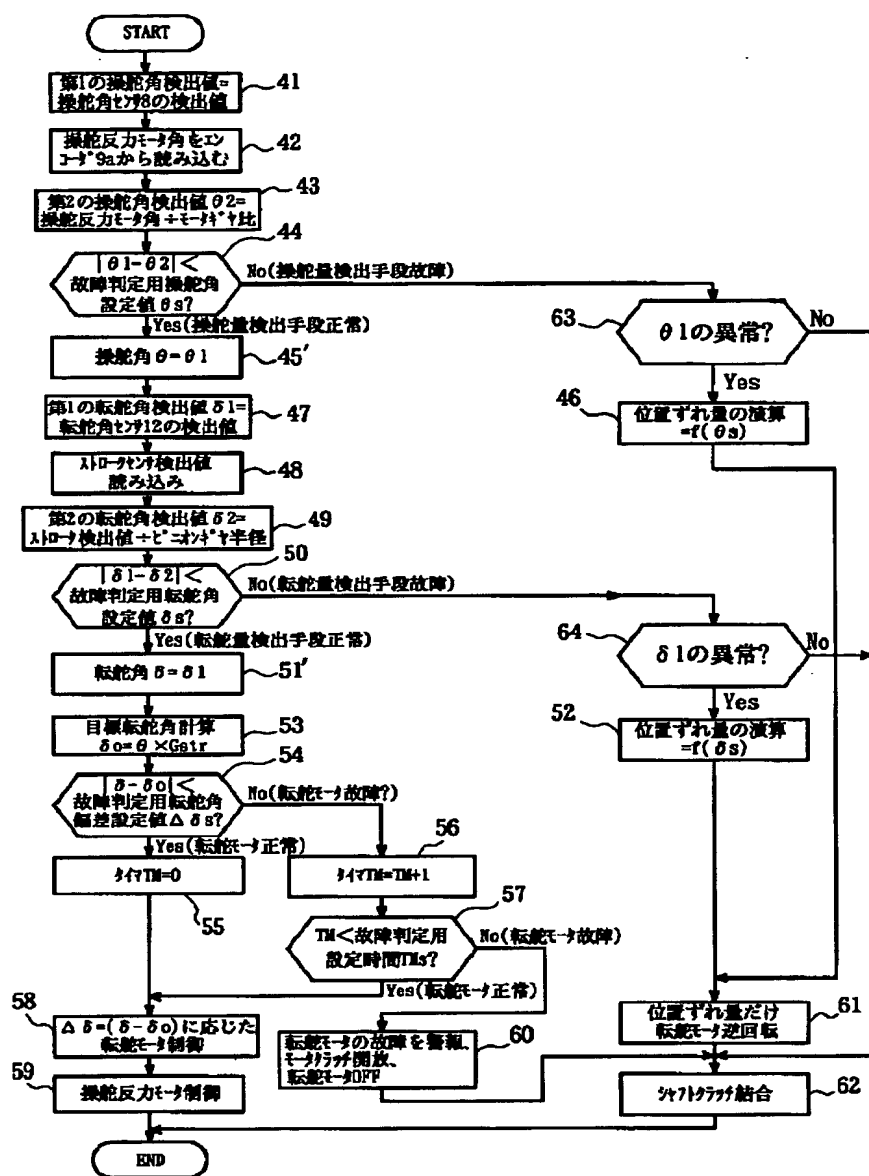
【図4】



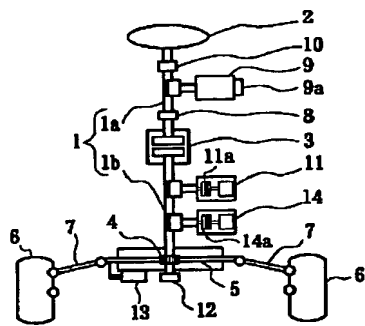
【図7】



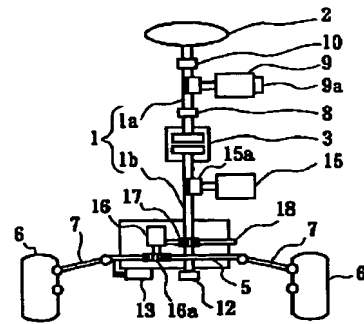
【図8】



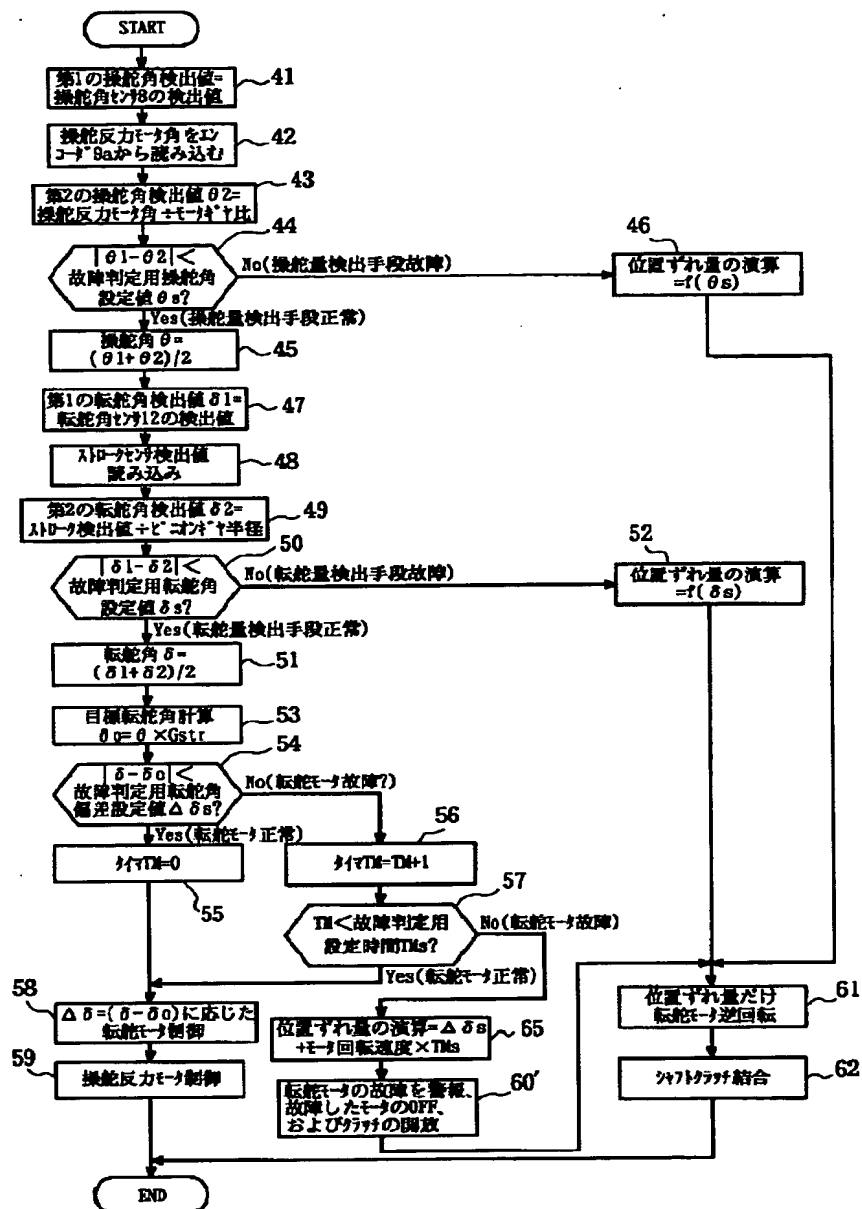
【図9】



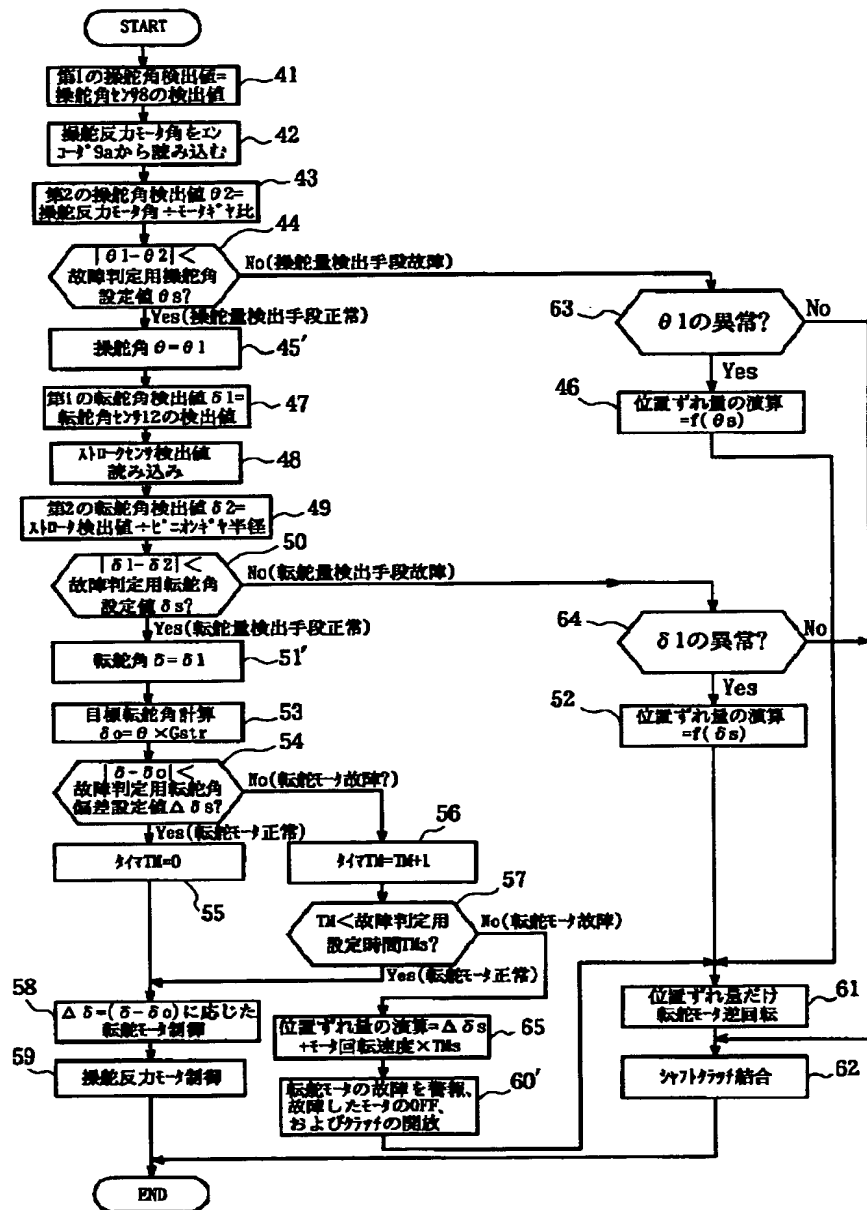
【図12】



【図10】



【図11】





【図13】

